

УДК 631.372

РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ НАСОСІВ ПІДЖИВЛЕННЯ АКСІАЛЬНО-ПОРШНЕВИХ ГІДРОНАСОСІВ

¹Мельянцов П.Т., ²Назарець В.С., ²Лосіков О.М.¹ Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет² Національна металургійна академія України.

Вступ. Насос підживлення (НП), який використовується в аксіально-поршневих гідромашинах гідравлічних трансмісій мобільних машин, належить до насосів шестерного типу. Однак його конструкція відрізняється від шестерених насосів типу НШ-У і НШ-К, які широко застосовуються в гідравлічних системах.

Ці відмінності пояснюються тим, що у качаючому вузлу насоса підживлення відсутні опорні втулки, системи компенсації торцевого та радіального зазорів, а роль підшипникових блоків виконують нижня і верхня кришки. В якійсь мірі це дозволяє істотно спростити конструкцію насоса підживлення, однак при цьому його працездатність багато в чому буде залежати від виконання технічних вимог на експлуатацію.

Використання такої конструкції (НП) частково можна пояснити умовами його роботи. По-перше, насос працює при невисоких тисках робочої рідини - 1,44 МПа й постійній частоті обертання ведучого валу - 1450 ± 50 хв. По-друге, клас чистоти (РР), що використовується в системі, повинен бути не вище дев'ятого. Крім того, у (НП) є запобіжний клапан, що дозволяє розвантажити роботу качаючого вузла насоса в аварійному режимі.

Не дивлячись на такі умови роботи все-таки в процесі експлуатації відбуваються відмови агрегатів гідроприводу трансмісії через втрату роботоздатності насоса підживлення.

Актуальність досліджень. До основних причин, які обумовлюють втрату роботоздатного стану насоса слід віднести зношення колодязів корпусу та деталей качаючого вузла насоса. Зміна структурних параметрів технічного стану деталей насоса приводить до зростання зазорів, через які збільшуються витoki робочої рідини із зони високого тиску до зони низького, що приводить до зменшення об'ємного коефіцієнта подачі насоса і втрати його роботоздатності в цілому [1, 2].

Дослідженнями в роботах [1, 2] також встановлено, що основний об'єм втрат робочої рідини в качаючому вузлі насоса обумовлюється зношенням деталей в спряженнях «поверхня колодязя корпусу-зуб шестерні» (радіальний зазор), «торець шестерні-торець втулки (торець компенсатора)» (торцевий зазор).

Таким чином для відновлення роботоздатного стану насоса в першу чергу необхідно відновити деталі, технічний стан яких впливає на радіальний та торцевий зазори в качаючому вузлі.

Аналіз існуючих технологічних процесів ремонту насосів показує, що для насосів модифікації НШ-У найбільш трудомістким являється ремонт колодязів корпусу, які обумовлюють зростання радіального зазору в качаючому вузлі. Це обумовлюється конструктивними особливостями корпусу (виготовлений з алюмінієвого сплаву АЛ-11 або АЛ - 9 литтям у кокілі з послідуною термообробкою для досягнення твердості НВ 76...107, а також гідрообразним спрацюванням поверхні колодязя, який характеризується нерівномірністю зношення [3]).

При значних зношеннях бокових поверхонь колодязів корпусу на спеціалізованих ремонтних підприємствах застосовується спосіб пластичного деформування з попереднім нагріванням корпусу та обтисканням його в гарячому стані з послідуною термічним та механічним обробленням [4]. До недоліків даного способу слід віднести значну трудомісткість робіт, а також складність при повторному відновленні корпусів з застосуванням даного способу.

Меншим за трудомісткістю є спосіб ремонту корпусів шестерених насосів, який полягає в відновленні зношеннях поверхонь колодязів полімерно-композитним покриттям на основі епоксидної смоли з наповнювачем з алюмінієвої пудри або залізного порошку, пластифікатору та затверджувача, яке наноситься шпателем з послідуною механічною обробкою під зменшений ремонтний розмір [5].

Недоліком даного способу є значна ймовірність відокремлення полімерного покриття від корпусу в результаті температурного та статодинамічного навантаження, що зменшує експлуатаційну довговічність насосу.

Із проведеного аналізу способів відновлення колодязів корпусу насоса, впливає, що їх реалізація супроводжується значною трудомісткістю, а післяремонтна довговічність не відповідає заданим показникам надійності.

В зв'язку з цим метою роботи є зменшення трудомісткості ремонту корпусу насоса підживлення аксіально-поршневого гідронасоса та підвищення його післяремонтної довговічності за рахунок обґрунтування ефективного способу відновлення корпусу насоса.

Постановка задачі. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі: обґрунтувати ефективний методи відновлення внутрішньої поверхні колодязя корпусу насоса; провести лабораторні дослідження довговічності корпусу при відновленні запропонованими ремонтно-технологічними методами.

Результати досліджень. На основі аналізу існуючих способів відновлення колодязів корпусів насоса на нашу думку, більш ефективний є спосіб оброблення корпусу гідравлічно-пластичним деформуванням спеціальною оправкою з корончатими видавлювачами, які розміщують по колу через 45° і приводять в дію гідравлічним ударом. Після чого, оброблену поверхню знежирюють і на неї наносять полімерно-композитне покриття, яке піддають термофіксації і механічно оброблюють під номінальний або ремонтний розмір, отримуючи робочу поверхню колодязя в вигляді чергування дільниць.

металу корпусу та полімерно-композитного покриття з кроком розміщення виступів та впадин корончатих видавлювачів [6].

Для реалізації даного способу розробляється гідропластична оправка, зовнішній вид якої представлено на рисунок 1.

Вона включає в себе вісь 1, на якій розміщується циліндричний корпус 2 в пазах 3 якого встановлюють манжети 4, які виготовлені з пружнодемпфуючого матеріалу і містять в собі пружну сталеву пластину 5 і формують камери 6 гідропластичного деформування гідравлічним ударом. Корончатий

видавлювач 7 нероз'ємно з'єднаний з манжетою 4. В нижній частині вісі 1 встановлено ущільнювально-приставне дно 8, яке нижньою поверхнею упирається в кільцевий виступ 9, верхньою через прокладку 10, з'єднується з циліндричним корпусом 2. В верхній частині якого розміщена прокладка 11 на яку вкладають розподільник 12 та кришку 13, герметичність з'єднання яких забезпечують ущільнювальними кільцями 14 та 15. На кришку 13 встановлюють штуцера 16 для подачі і відведення робочої рідини в режимі гідравлічного удару. Кришка 13 притискається до нижнього плоского розподільника 12 шайбою 17 за допомогою гайки 18.

Гідропластична деформація проводиться наступним чином. Проводять складання оправки. На кільцевий виступ 9 вісі 1 укладають ущільнювально-приставне дно 8 і прокладку 10 на яку встановлюють циліндричний корпус 2 з манжетами 4 та корончатими видавлювачами 7. Зверху циліндричного корпусу 2 розміщують прокладку 11 та розподільник 12 з кришкою 13.

Останню підтискають гайкою 18 до плоского розподільника 12, що забезпечує герметичність з'єднання між плоским розподільником 12, прокладкою 11 і циліндричним корпусом 2, та між плоским розподільником 12, ущільнювальними кільцями 14 та 15 і кришкою 13. В останній, на внутрішній поверхні розміщені кругові канали 19 та отвори 20 для підведення робочої рідини до камер 6 гідро-пластичного деформування.

В колодязь корпусу, який нерухомо фіксується в спеціальному пристрої вводиться гідропластична оправка концентрично вісі колодязя і нерухомо фіксується. Після чого до штуцера 16 кришки 13 подається робоча рідина в режимі гідравлічного удару, та розподіляється плоским розподільником 12 до камер 6 гідропластичного деформування, і переміщує манжети 4 разом з корончатими видавлювачами 7 до робочої поверхні колодязя корпусу насоса, виконуючи пластичне деформування вдавленням. В результаті чого, матеріал колодязя корпусу переміщується до впадин корончатих видавлювачів 7 в сторону зменшення внутрішнього діаметру колодязя. Після завершення гідравлічного удару, пружна стальна пластина 5 повертається в початкове положення, забезпечуючи відведення корончатих видавлювачів 7 від колодязя корпусу насоса.

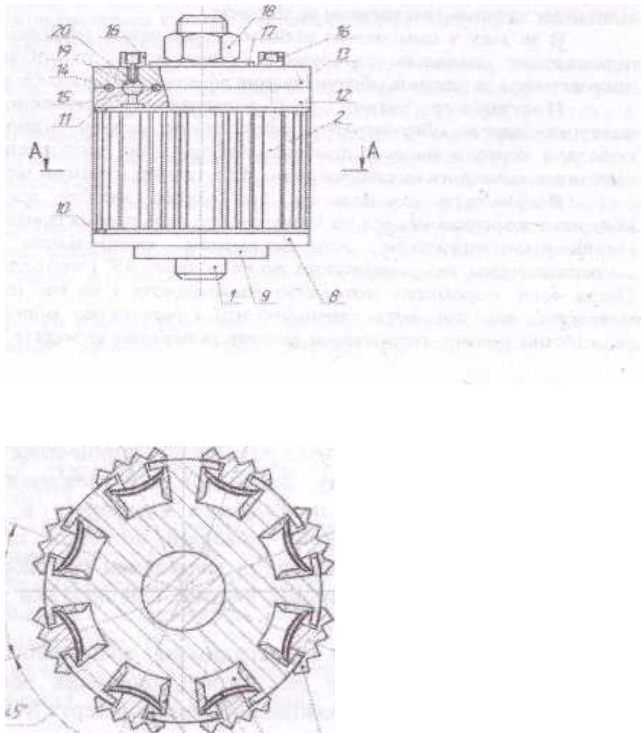


Рисунок 1. - Зовнішній вид гідропластичної оправки з корончатим видавлювачем: 1- вісь; 2 - циліндричний корпус; 3- паз; 4- манжети 4; 5- пружну стальну пластину; 6- камери гідропластичного деформування; 7- Корончатий видавлювач; 8- ущільнювально- приставне дно; 9- кільцевий виступ; 10,11 - прокладки; 12 - розподільник; 13- кришка; 14, 15 - ущільнювальні кільця; 16 - штуцер; 17 - шайба; 18 - гайка.

Гідро-пластичну обробку робочої поверхні колодязя корпусу проводили з різним ступенем деформації (20 %, 40 %, 60 %).

Оброблена пластичним деформуванням поверхня колодязя корпусу знежирюється і на неї наноситься полімерно-композитне покриття, яке підлягає термофіксації при температурі 120-200 °С.

Відновлений колодязь корпусу механічно обробляють розточуванням під номінальний або ремонтний розмір. Для підвищення точності (забезпечення некругості та нециліндричності в відповідності до технічних вимог на механічну обробку внутрішньої поверхні колодязя корпусу насоса), та якості (підвищення чистоти робочої поверхні) обробки колодязя корпусу насоса підживлення аксіально-поршневої гідромашини застосовується вібраційне розточування [7].

Воно характеризується тим, що на столі, який здійснює переміщення в позаддовжньому напрямку, закріплюють корпус насоса в спеціальній оправці, яку з'єднують з крутильно-коливальною системою, що забезпечує його вібрацію з амплітудою та частотою, які співпадають з напрямом обертання різця, при цьому різець приводиться в дію гідравлічним приводом та обертається в гідростатичних підшипниках (рис. 2).

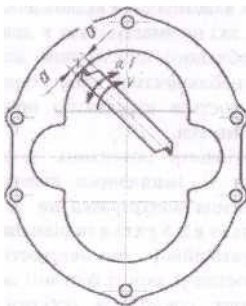


Рисунок 2. - Напрямок обертання різця та крутильних коливань деталі при вібраційному розточуванні колодязя корпусу насоса підживлення: а - амплітуда коливань, f - частота коливань, V - напрям обертання різця.

Відновлена поверхня колодязя запропонованими ремонтно-технологічними методами представлена у вигляді чергування дільниць металу корпусу та полімерно - композитного покриття з кроком розміщення корончатих виступів та впадин видавлювана, що збільшує експлуатаційну довговічність відновленого корпусу насоса в результаті зростання якості фіксації полімерного композиту в впадинах корпусу, збільшення міцнісних показників робочої поверхні колодязя за рахунок наявності металевих дільниць в відновленій поверхні, та зменшення гідроабразивного зношення пар тертя в результаті втиснення абразивних частинок, більших ніж зазор в спряженнях, в матеріал полімерної композиції.

Дослідження впливу попереднього пластичного деформування (ПД) робочої поверхні колодязя корпусу на тертя і зношення поверхонь зразків із алюмінію і контрзразків із сталі 40Х проводили на машині тертя МТУ- 01 (ТУ 4271-001- 290346000) за відомими методиками [8].

Матеріал для виготовлення контрзразків - сталь 40Х ГОСТ 4543-71, твердістю HRC 50-55 і шорсткістю робочої поверхні $R_a=0,32\text{мкм}$. Матеріал для виготовлення зразків - сплав Ал-11 ГОСТ 1583-93.

Дослідження проводили таким чином. На початку проводили припрацювання випробовуваних з'єднань, при поступовій зміні навантаження від 20 до 200 Н з інтервалом 20 Н. Закінчення припрацювання фіксували по стабілізації сили тертя в зоні контакту зразка з контрзразками. Припрацювання проводили з використанням мастила МГ-10В - ГОСТ 20779.

Сумарний знос зразків і контрзразків по масі визначали зважуванням на лабораторних вагах Setra E - 500 з погрешністю не більше 0,002 г.

Порівняльну зносостійкість поверхонь зразків визначали проведенням дослідження на протязі 50 год. при контактному тиску $P=0,2\text{МПа}$ і швидкості ковзання 1,0 м/с. Результати досліджень показали, що після 50 год. випробовувань в парах тертя зі зміцненими зразками пластичним деформуванням спостерігається не значне зношення контрзразка на 10... 15%, а зношення з'єднання зі зміцненими зразками зменшується в 2,5 рази в порівнянні з еталонними парами.

Висновки. Проведені дослідження з обґрунтування ефективного способу ремонту корпусу насоса гідравлічних насосів модифікації НШ-У дозволяють зробити наступні висновки:

1. Розроблення технологічного процесу відновлення колодязя корпусу насоса НШ- У застосуванням гідро-пластичного деформування з послідовним вібраційним розточуванням дає можливість збільшити коефіцієнт відновленості деталі (корпуса) на ремонтних підприємствах, та збільшити ресурс відремонтованих насосів, за рахунок покращення фізико-механічних властивостей відновленої поверхні колодязя.

2. При терті поверхонь, які не змащуються в діапазоні швидкостей ковзання 0,3-2 м/с, зношення алюмінію обробленого пластичним деформуванням зменшується в 4-5 разів. Мінімальне зношення спостерігається при ступені пластичної деформації, який становить 60 %, що обумовлюється швидкістю процесу деформації і формуванням мілкодисперсної кристаллової решітки.

3. Порівняльна зносостійкість поверхонь зразків показує, що після 50 год. випробовувань в парах тертя зі зміцненими зразками пластичним деформуванням спостерігається не значне зношення контрзразка на 10... 15%, а зношення з'єднання зі зміцненими зразками зменшується в 2,5 рази в порівнянні з еталонними парами.

3. Збільшення експлуатаційної довговічності відновленого корпусу насоса забезпечується в результаті зростання якості фіксації полімерного композиту в впадинах корпусу, збільшення міцнісних показників робочої поверхні колодязя за рахунок наявності металевих дільниць в відновленій поверхні, та зменшення гідроабразивного зношення пар тертя в результаті втиснення абразивних частинок, більших ніж зазор в спряженнях, в матеріал полімерної композиції.

ЛІТЕРАТУРА

1. О.М. Лосіков «Вид та характер зношення деталей качаючого вузла насоса підживлення аксіально-поршневої гідромашини». *Металлургическая и горнорудная промышленность*. -2015.-№7.-С.170-173
2. П.Т. Мельянцов, О.М. Лосіков «Вплив торцевого зазору качаючого вузла насоса підживлення гідроприводу трансмісії ГСТ-90 на сумарні об'ємні втрати». *Металлургическая и горнорудная промышленность*. -2015.-№7.-С.174-177.
3. Новиков А. Н. Ремонт объёмных гидромашин [Текст] / А. Н. Новиков -Орёл: Орловская

государственная сельхозакадемия, 1995. - 72 с.

4. Гологорский Е. Г., Колесниченко В. В. Техническое обслуживание и ремонт дорожно-строительных машин. [Текст] / Е. Г. Гологорский, В. В. Колесниченко. - М.: Высшая школа, 1991.-213 с.).

5. Баккер И. Г. Ремонт технологического оборудования лесозаготовительных машин. [Текст] / И. Г. Беккер - М.: Экология, 1991. - 212 с.

6. Патент на корисну модель № 99052 Україна, МПК F04B1/20. Спосіб ремонту корпусу насоса підживлення аксіально-поршневої гідромашини / П.Т. Мельянцов, О. М. Лосіков. - заяв. 30.12.2014; опубл. 12.05.2015, Бюл. №9.

7. Патент на корисну модель № 101220 Україна, МПК 8 В 23 В 1/00. Спосіб токарної обробки колодязя корпусу насоса підживлення аксіально-поршневої гідромашини / П. Т. Мельянцов, О. М. Лосіков, В. С. Назарець, В. К. Сидоренко, В. В. Власовець. - заяв. 14.04.2015; опубл. 25.08.2015, Бюл. №16.

8. Веденяпин Г. В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных [Текст] / Г. В. Веденяпин. - М.: Колос, 1973. - 194